











PROCESS AND DRIVE FOR TORQUE-CONTROLLED DRIVING OF A MACHINE

Patent number: WO9927426
Publication date: 1999-06-03
Inventor: BILCKE WALTER (BE)
Applicant: PICANOL NV (BE); BILCKE WALTER (BE)
Classification:
- international: *D03D51/00; G05D17/02; D03D51/00; G05D17/00;*
(IPC1-7): G05B19/416; D03D51/00; H02P1/16;
H02P3/06; H02P7/00
- european: D03D51/00; G05D17/02
Application number: WO1998EP07511 19981121
Priority number(s): BE19970000936 19971121

Also published as:

 E P1032867 (A1)
 US 6525496 (B1)
 B E1011560 (A)
 E P1032867 (B1)
 CN11 79480C (C)

Cited documents:

 US 4755123
 US 5755267
 US 5545964
 E P0802270
 US 3836833
more >>

Report a data error here**Abstract of WO9927426**

In a machine having at least one component which describes a periodic movement and an electric driving motor (2), the driving motor (2) is controlled in such a way that the torque transmitted from the driving motor (2) to the machine is predetermined.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

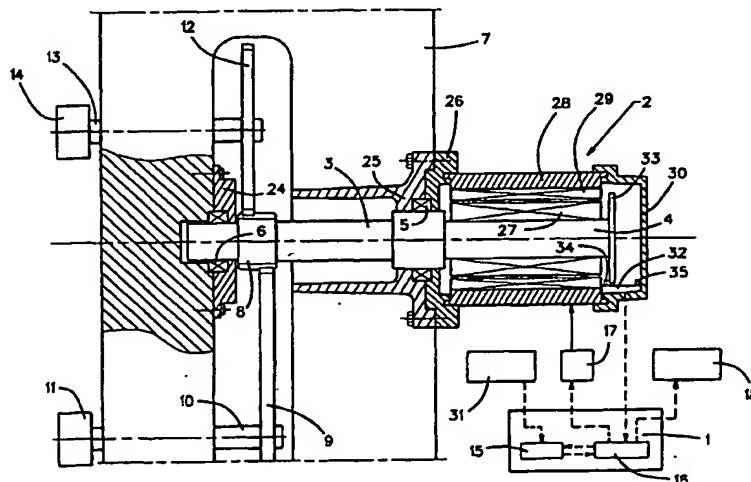
PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation 6 : G05B 19/416, H02P 7/00, 1/16, 3/06, D03D 51/00	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/27426 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 3. Juni 1999 (03.06.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/07511 (22) Internationales Anmeldedatum: 21. November 1998 (21.11.98) (30) Prioritätsdaten: 9700936 21. November 1997 (21.11.97) BE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): PICANOL N.V. [BE/BE]; Polenlaan 3-7, B-8900 Ieper (BE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BILCKE, Walter [BE/BE]; Polletstraat 1, B-8980 Geluvelde (BE). (74) Anwalt: DAUSTER, Hanjörg; Wilhelm & Dauster, Hospitalstrasse 8, D-70174 Stuttgart (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht. <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: PROCESS AND DRIVE FOR TORQUE-CONTROLLED DRIVING OF A MACHINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANTRIEB ZUM DREHMOMENTGESTEUERTEN ANTREIBEN EINER MASCHINE



(57) Abstract

In a machine having at least one component which describes a periodic movement and an electric driving motor (2), the driving motor (2) is controlled in such a way that the torque transmitted from the driving motor (2) to the machine is predetermined.

(57) Zusammenfassung

Bei einer Maschine, die wenigstens ein eine periodische Bewegung ausführendes Bauteil und einen elektrischen Antriebsmotor (2) enthält, wird vorgesehen, daß der Antriebsmotor (2) derart gesteuert wird, daß das von dem Antriebsmotor (2) an die Maschine abgegebene Drehmoment vorbestimmt ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

VERFAHREN UND ANTRIEB ZUM DREHMOMENTGESTEUERTEN ANTREIBEN EINER MASCHINE

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Antreiben einer Maschine, die wenigstens ein eine periodische Bewegung ausführendes Bauteil und einen elektrischen Antriebsmotor enthält, und einen Antrieb für eine derartige Maschine.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung wird unter einer Maschine, die wenigstens ein eine periodische Bewegung ausführendes Bauteil enthält, verstanden, daß dieses Bauteil keine kontinuierliche, gleichbleibende und beispielsweise umlaufende Bewegung ausführt. Beispielsweise gibt es bei einer Webmaschine mehrere derartiger Bauteile, die eine periodische Bewegung ausführen. Das ist beispielsweise die Weblade, die zu bestimmten Zeitpunkten hin- und hergeschwenkt wird. Ferner sind das die Fachbildungsmittel, die zu bestimmten Zeitpunkten nach oben und nach unten bewegt werden. Bei Greiferwebmaschinen gehören zu diesen eine periodische Bewegung ausführenden Bauteilen auch noch die Greifer und ihre Antriebselemente, die die Greifer zu bestimmten Zeitpunkten hin- und herbewegen. Wenn mehrere periodische Bewegungen ausführende Bauteile vorhanden sind, so ergibt sich eine sich wiederholende Gesamtperiode. Bei Webmaschinen wird diese Periode von der Anzahl an Webzyklen eines Webmusters bestimmt. Danach wieder-

holt sich die Bindung von Schuß- und Kettfäden, die insgesamt nach einem sich wiederholenden Muster erfolgt.

Wenn eine derartige Maschine, beispielsweise eine Webmaschine, mittels eines Asynchronmotors angetrieben wird, der an ein Stromnetz angeschlossen ist, so wird der Asynchronmotor sehr stark belastet. Er arbeitet auch dann mit einem schlechten energetischen Wirkungsgrad. Dieser schlechte energetische Wirkungsgrad ist vor allem dadurch zu erklären, daß sich die Drehzahl der Antriebswelle einer solchen Webmaschine und damit die Drehzahl des Antriebsmotors stark verändern. Bei gegenüber einer Nenndrehzahl von verringerter und/oder erhöhter Drehzahl zieht der Antriebsmotor große Ströme. Diese großen Ströme implizieren große Energieverluste, durch die Wärmeentwicklung des Antriebsmotors und tragen nur uneffektiv dazu bei, daß der Antriebsmotor ein Moment liefert, das erforderlich ist, um die Drehzahl der Webmaschine konstant zu halten.

Um diese Nachteile zu verringern, ist es bekannt, auf der Antriebswelle einer solchen Webmaschine ein Schwungrad anzuordnen. Durch dieses Schwungrad wird der Wirkungsgrad eines als Antriebsmotor dienenden Asynchronmotors wesentlich verbessert. Zwischen dem Schwungrad und der Webmaschine werden jedoch große Momente ausgetauscht, die die Webmaschine stark belasten und Ursache für Verschleiß sind. Dabei sind nicht nur hohe Werte der Momente nachteilig, sondern auch große Unterschiede in den Momenten.

Wenn eine Kupplung zwischen dem Schwungrad und der Webmaschine vorgesehen ist, kann die kinetische Energie des Schwungrades dazu ausgenutzt werden, die Webmaschine schnell anlaufen zu lassen. Dies hat jedoch den Nachteil, daß die Kupplung sehr große Drehmomente aufnehmen muß. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß die Webmaschine nach dem Anlaufen relativ schnell eine Drehzahl erreicht, die nur ein Prozentsatz der Betriebsdrehzahl ist, beispielsweise 80%. Aufgrund des Trägheitsmomentes des Schwungrades wird danach jedoch die Be-

triebsdrehzahl relativ spät erreicht. Darüber hinaus ist der schnell erreichbare Prozentsatz der Betriebsdrehzahl abhängig von Umgebungseinflüssen, beispielsweise der Temperatur der Webmaschine, der Höhe der Netzspannung, der Feuchtigkeit des Webraumes, der Stillstandszeit der Webmaschine u.a. Dies ist vor allem bei Webmaschinen nachteilig, da damit die Qualität des Gewebes verschlechtert wird.

Es ist auch bei Webmaschinen bekannt, die Drehzahl des Schwungrades vor dem Starten der Webmaschine in Relation zur Betriebsdrehzahl zu erhöhen, um nach dem Starten schnell einen hohen Prozentsatz der Betriebsdrehzahl zu erreichen. Die tatsächlich erreichte Drehzahl bleibt jedoch abhängig von den vorstehend erwähnten Umgebungseinflüssen, so daß auch hier die Qualität des Gewebes beeinträchtigt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde einen Antrieb für eine Maschine der eingangs genannten Art zu schaffen, der mit gutem energetischen Wirkungsgrad arbeitet, d.h. nur mit geringen Energieverlusten.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der Antriebsmotor derart gesteuert wird, daß das von dem Antriebsmotor an die Maschine abgegebene Drehmoment vorbestimmt ist.

Durch die Steuerung des abgegebenen Drehmomentes läßt sich erreichen, daß der Antriebsmotor nicht mit erhöhter Kraft oder Leistung gegen die Wirkung des Trägheitsmomentes der Maschine arbeitet, d.h. nicht als Bremse wirkt, wenn das Trägheitsmoment zu einer Geschwindigkeitserhöhung der Maschine tendiert und auch nicht mit einem erhöhten Drehmoment reagiert, wenn das Trägheitsmoment zu einer Geschwindigkeitsreduzierung tendiert. Der Antriebsmotor wird mithin so gesteuert, daß er dem Drehzahlverhalten der Maschine folgt, das sich aufgrund des Trägheitsmomentes der Maschine ergibt. Wenn das Trägheitsmoment der Maschine zu einer Geschwindigkeitsreduzierung führt, so macht der Antriebsmotor das ebenso mit,

wie wenn das Trägheitsmoment zu einer Erhöhung der Maschinengeschwindigkeit führt. Die Schwankungen der Geschwindigkeit der Maschine werden dadurch etwas größer, was jedoch in der Regel nicht stören wird. Insbesondere bei Webmaschinen führt eine größere Geschwindigkeitsschwankung während einer Periode oder während eines Webzyklus nicht zu Störungen.

Die Erfindung bietet den Vorteil, daß das Drehmoment, das der Antriebsmotor liefert, vorab festgelegt und so gewählt werden kann, daß die Energieverluste in dem Antriebsmotor beschränkt sind, und daß die Belastung und/oder die Belastungsdifferenz in der Antriebswelle der Maschine und/oder in der Motorwelle ebenfalls reduziert sind. Das Drehmoment des Antriebsmotors wird dabei bevorzugt in der Weise vorbestimmt, daß es immer positiv ist, so daß der Antriebsmotor immer Energie an die Maschine abgeben kann. Aufgründdessen ist es auch nicht notwendig, einen Antriebsmotor zu verwenden, der über eine längere Zeit eine hohe Leistung liefern kann, so daß ein relativ preisgünstiger Antriebsmotor mit relativ kleinen Abmessungen verwendet werden kann, der darüber hinaus mit einem guten energetischen Wirkungsgrad arbeitet. Dabei wird davon ausgegangen, daß der Antriebsmotor nicht stark beansprucht werden muß, um eine nur annähernd konstant bleibende Drehgeschwindigkeit der Maschine zu erreichen. Da eine Änderung der Drehgeschwindigkeit der Maschine zugelassen wird, ist es nicht notwendig, daß der Antriebsmotor zu bestimmten Zeitpunkten hohe Leistungen erbringen muß, um die Drehgeschwindigkeit konstant zu halten. Der Versuch, die Drehgeschwindigkeit konstant zu halten, führt zu dem Nachteil, daß ein teurer Antriebsmotor mit großer Leistung erforderlich ist, um kurzzeitig diese hohe Leistung zu liefern. Diese große Leistung wäre viel größer als die im Durchschnitt von dem Antriebsmotor zu erbringende Leistung, was dann nur zu Energieverlusten durch Wärmeentwicklung und damit zu einem schlechten energetischen Wirkungsgrad des Antriebsmotors führen würde.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, daß für den Antriebsmotor Steuerdaten abrufbar abgespeichert werden, mittels denen der Antriebsmotor bei jeder Drehzahl mit einer Mehrzahl von unterschiedlichen Drehmomenten betreibbar ist, daß die Ist-Drehzahl des Antriebsmotors gemessen wird, und daß Steuerdaten abgerufen werden, mit denen der Antriebsmotor bei der Istdrehzahl ein vorgegebenes Drehmoment liefert. Bei einer einfachen Lösung wird dabei vorgesehen, daß das zu liefernde Drehmoment als konstanter Wert vorgegeben wird.

Bei einer anderen Ausführungsform wird vorgesehen, daß das von dem Antriebsmotor zu liefernde Drehmoment als Verlauf über die Winkelposition des Antriebsmotors abgespeichert wird, daß die Ist-Winkelposition des Antriebsmotors erfaßt wird, und daß der zu der Ist-Winkelposition aus dem Speicher ausgelesene Wert des Drehmomentes als zu lieferndes Drehmoment vorgegeben wird. Auf diese Weise ist es möglich, den Verlauf des gelieferten Drehmomentes an den Verlauf des Trägheitsmomentes anzupassen.

Insbesondere bei Webmaschinen ist es vorteilhaft, mehrere Verläufe von zu liefernden Drehmomenten über der Winkelposition des Antriebsmotor abzuspeichern. In diesem Fall kann der Drehmomentverlauf ausgewählt werden, mit dem die Maschine bei einem bestimmten Material die besten Webergebnisse liefert.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, daß der Verlauf der Drehzahl des Antriebsmotors, dessen Drehmoment gesteuert wird, in Abhängigkeit von der Winkelposition des Antriebsmotors gemessen und abgespeichert wird, und daß die Maschine mittels einer Startschaltung gestartet wird, bei welcher der Antriebsmotor mittels einer Drehzahlregelung auf eine Drehzahl gebracht wird, die zu der jeweils gemessenen Ist-Winkelposition des Antriebsmotors abgespeichert ist. Dies hat den Vorteil, daß der Antriebsmotor derart gestartet werden kann, daß die Maschine schon kurze Zeit nach dem Start

einen Verlauf der Drehgeschwindigkeit aufweist, die dem Verlauf der Drehgeschwindigkeit entspricht, den die Maschine hätte, wenn sie nicht angehalten worden wäre. Dabei wird die Maschine bereits kurze Zeit nach dem Start mit einem energetisch guten Wirkungsgrad angetrieben. Da der gesteuerte Verlauf der Drehzahl des Antriebsmotors zu Drehmomenten führt, die im wesentlichen gleich mit den Drehzahlen sind, die der Motor bei einem gesteuerten Verlauf des Drehmomentes hat, arbeitet der Antriebsmotor mit gutem energetischen Wirkungsgrad. Diese Startschaltung ist insbesondere für eine Webmaschine von erheblichem Vorteil. Da praktisch unmittelbar nach dem Start ein Geschwindigkeitsverlauf erreicht wird, der dem Geschwindigkeitsverlauf entspricht, der vor dem Anhalten der Webmaschine gegeben war, wird die Webmaschine praktisch beim Anschlagen des ersten eingetragenen Schußfadens mit einer Geschwindigkeit wie vor dem Anhalten betrieben. Dies ist auch unabhängig von Umgebungseinflüssen. Auf diese Weise können die Schußfäden nach dem Start der Webmaschine in der gleichen Weise eingewebt werden, wie dies vor dem Anhalten der Webmaschine der Fall war. Dies hat zur Folge, daß für die Gewebqualität nachteilige Ansatzstreifen im Gewebe weitgehend vermieden werden können. Darüber hinaus wird dies auch erreicht, wenn die Temperatur der Webmaschine oder andere Umgebungseinflüsse beim Start gegenüber den vorher bestehenden Temperaturen und Umgebungseinflüssen verändert sind.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgesehen, daß die Maschine mittels einer Abschalterschaltung abgeschaltet wird, bei welcher der Antriebsmotor auf Drehzahlen abgebremst wird, die vorgegebenen Winkelpositionen zugeordnet sind, und daß der Antriebsmotor in einer vorgegebenen Winkelposition zum Stillstand kommt. Letzteres ist insbesondere auch bei Webmaschinen von Vorteil, insbesondere wenn ein Schußfadenbruch o.dgl. behoben werden soll.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele.

- Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung einen Antrieb für eine Webmaschine, der erfindungsgemäß gesteuert wird,
- Fig. 2 eine Tabelle mit abgespeicherten Werten für die Drehzahl des Antriebsmotors und Werten für ein von dem Antriebsmotor abzugebendes Drehmoment mit zugehörigen Werten für Amplitude und Frequenz eines Speisestroms,
- Fig. 3 eine Tabelle mit Werten für die Winkelstellung des Antriebsmotors und Werten für die zu diesen Winkelpositionen zu liefernden Drehmomenten,
- Fig. 4 eine Tabelle mit Werten für die Winkelstellung des Antriebsmotors und mehreren Spalten, in denen Verläufe und/oder konstante Werte für zu diesen Winkelpositionen abzugebende Drehmomente angegeben sind,
- Fig. 5 eine Tabelle mit Werten für die Winkelstellung des Antriebsmotors und Werten für die zugehörige Drehzahl,
- Fig. 6 eine Tabelle mit Winkelstellungen des Antriebsmotors und mehreren Spalten mit zueinander proportionalen Werten für das vom Antriebsmotor abzugebende Drehmoment,
- Fig. 7 eine Tabelle mit Werten für die Winkelstellung des Antriebsmotors und zugeordneten Werten für die Drehzahl und Werten für Drehzahlen für den Start,

- Fig. 8 eine Tabelle mit Werten für die Winkelstellung des Antriebsmotors und Werten für das vom Antriebsmotor beim Starten abgegebene Drehmoment, den entsprechenden Drehzahlen sowie Produkten von Werten und Summen dieser Produkte,
- Fig. 9 eine Tabelle mit Werten für die Winkelstellung des Antriebsmotors, Werten für die zugehörigen Drehzahlen und Drehzahlwerte für ein Anhalten und
- Fig. 10 eine schematische Darstellung eines Antriebes für eine erfindungsgemäß Steuerung.

Der in Fig. 1 dargestellte Antrieb für eine Webmaschine enthält einen mittels einer Steuereinheit 1 gesteuerten Antriebsmotor 2, der die Hauptantriebswelle 3 der Webmaschine antreibt. Die Motorwelle 4 und die Hauptantriebswelle 3 sind bei diesem Ausführungsbeispiel einteilig ausgebildet. Die Hauptantriebswelle 3 ist mittels Lagern 5, 6 in einem Rahmen 7 der Webmaschine gelagert.

Auf der Hauptantriebswelle 3 ist drehfest ein Schaltrad 8 angeordnet. Das Schaltrad 8 kämmt mit einem Antriebszahnrad 9, das drehfest mit einer Antriebswelle 10 verbunden ist, die erste Antriebselemente 11 antreibt, beispielsweise Fachantriebselemente. Das Schaltrad 8 kann außerdem mit einem Antriebszahnrad 12 kämmen, das drehfest auf einer Antriebswelle 13 für zweite Antriebselemente 14 angeordnet ist, die beispielsweise die Antriebselemente für die Weblade und bei Greiferwebmaschinen Greiferantriebselemente sind. Die Hauptantriebswelle 3 und die Antriebswellen 10, 13 verlaufen parallel zueinander. Während eines Webvorganges treibt die Hauptantriebswelle 3 über das Schaltrad 8 beide Zahnräder 9 und 12 und die mit diesen verbundenen Antriebselemente 11, 14.

Um das an der Hauptantriebswelle 3 wirkende Antriebsdrehmoment zu begrenzen, ist der Durchmesser des Schaltrades 8 kleiner als der Durchmesser der Antriebsräder 9, 12. Das Antriebsrad 12 der Antriebselemente 14 dreht sich pro Schußeintrag einmal. Das Antriebsrad 9 der Antriebselemente 11 dreht sich in der gleichen Zeit beispielsweise nur um eine halbe Umdrehung, da die Fachbildungsmittel bei einem Schußeintrag nur einen halben Zyklus durchlaufen müssen. Zu diesem Zweck ist der Durchmesser des Antriebsrades 9 doppelt so groß wie der Durchmesser des Antriebsrades 12.

Das Lager 6 ist zwischen dem Webmaschinenrahmen 7 und einem mit Schrauben daran befestigten Flansch 24 angeordnet. Das Lager 5 befindet sich zwischen einem Flansch 25, der Teil des Webmaschinenrahmens ist, und einem mit Schrauben daran befestigten Flansch 26. Der Rotor 27 des Antriebsmotors 2 ist drehfest auf der Motorwelle 4 befestigt, die - wie schon gesagt - einteilig mit der Hauptantriebswelle 3 ausgebildet ist. Der in einem Gehäuse 28 angeordnete Stator 29 des Antriebsmotors 2 ist mittels des Flansches 26 an dem Webmaschinenrahmen 7 angebracht. Hierzu ist das Gehäuse 28 mit einem Gewinde versehen, das in ein Gewinde des Flansches 26 eingeschraubt ist. Der Flansch 26 hält den Stator 29 zentrisch zu dem Rotor 27. Der Stator 29 umschließt den Rotor 27. Das Gehäuse 28 weist ein zweites, mit einem Gewinde versehenes Ende auf, auf das ein mit Gewinde versehener Flansch 30 geschraubt ist, der die Stirnseite des Antriebsmotors 2 staubdicht abschließt.

Die Steuereinheit 1 enthält wenigstens einen Speicher 15 und eine Auswerteeinrichtung 16. An die Steuereinheit 1 sind eine Eingabeeinheit 31, eine Anzeigeeinheit 18 und ein Sensor 32 angeschlossen. Der Sensor 32 arbeitet mit einer Encoderscheibe 33 zusammen, die auf der Motorwelle 4 angeordnet ist. Bei einer abgewandelten Ausführungsform sind die Encoderscheibe 33 und der Sensor 32 auf der Hauptantriebswelle 3 der Maschine angebracht. Mittels der Signale des Sensors 32 kann die

Steuereinheit 1 die Winkelposition und die Drehzahl der Motorwelle 4 bestimmen. Der Sensor 32 enthält beispielsweise einen Sender 34 für Lichtstrahlen und einen gegenüberliegend angeordneten Empfänger 35, zwischen denen die Encoderscheibe 33 angeordnet ist. Die Encoderscheibe 33 enthält Zähne oder Öffnungen o.dgl., die entscheiden, ob Lichtstrahlen vom Sender 34 zum Empfänger 35 gelangen oder nicht. Selbstverständlich kann auch ein anderer Sensor 32 vorgesehen werden, beispielsweise ein Sensor mit magnetischem, elektromagnetischem oder einem anderen beliebigen Arbeitsprinzip.

Der bezüglich seiner Leistung steuerbare Antriebsmotor 2 wird mittels eines Steuerungssystems 17 von der Steuereinheit 1 gesteuert. Bei bevorzugten Ausführungsformen ist der Antriebsmotor 2 als schaltbarer Reluktanzmotor ausgebildet. Ein derartiger Antriebsmotor 2 ist besonders geeignet, um gemäß der vorliegenden Erfindung während des Betriebes, während des Startens und während des Abschaltens gesteuert zu werden. Das Steuerungssystem 17 ist beispielsweise eine elektronisch geregelte Stromquelle oder Leistungsstufe, die lastunabhängig Strom mit vorwählbarer Amplitude und vorwählbarer Frequenz liefern kann.

Um den Antriebsmotor 2 zu steuern, werden zunächst Steuerdaten für den Antriebsmotor in dem Speicher 15 der Steuereinheit 1 abgelegt. Diese Steuerdaten werden manuell oder elektronisch über die Eingabeinheit 31 in die Steuereinheit 1 angegeben. Die Steuerdaten sind beispielsweise Amplitude A und Frequenz F des Speisestroms für den Antriebsmotor 2.

Die Steuerdaten werden beispielsweise mittels bekannter Meßinstrumente erfaßt. Dabei wird für jede Drehzahl, d.h. für jede in dem Arbeitsbereich der Maschine liegende Drehzahl, des Antriebsmotors eine Vielzahl von von dem Motor abgebbaren Drehmomenten angefahren und die hierzu gehörigen Werte des Speisestroms bestimmt. Wie beispielsweise anhand der Tabelle von Fig. 2 erläutert wird, ist die Drehzahl W des Antriebsmo-

tors in hundert Werte von Drehzahlen W 1 bis W 100 unterteilt, die den Arbeitsbereich des Antriebsmotors 2 abdecken. Für jede dieser Drehzahlen W 1 bis W 100 wird die Möglichkeit gegeben, einhundert unterschiedliche Drehmomente zu erzeugen, d.h. Drehmomente von T 1 bis T 100, die über den Arbeitsbereich des Antriebsmotors 2 verteilt sind. Für jede dieser Drehzahlen W 1 bis W 100 und die jeweils zugehörigen Drehmomente T 1 bis T 100 werden die Amplituden A und die zugehörigen Frequenzen F ermittelt, d.h. zehntausend Werte für die Amplitude A 1 bis A 10.000 und zehntausend Werte für die Frequenz F 1 bis F 10.000, die entsprechend alle abgespeichert werden.

Selbstverständlich können auch Steuerdaten als Werte für die Speisespannung und die Frequenz abgespeichert werden. In diesem Fall besteht dann das Steuerungssystem aus einer elektronisch geregelten Spannungsquelle, die lastunabhängig eine Spannung mit wählbarer Größe und wählbarer Frequenz liefert.

Unter Benutzung der in der Tabelle nach Fig. 2 dargestellten, abgespeicherten Steuerdaten kann der Antriebsmotor 2 so betrieben werden, daß er ständig ein konstantes Drehmoment an die Maschine abgibt. Das gewünschte, konstante Drehmoment wird mittels der Eingabeeinheit 31 in die Steuereinheit 1 eingegeben. Die Auswerteeinrichtung 16 der Steuereinheit 1 ermittelt anhand der Signale des Sensors 32 die Ist-Drehzahl des Antriebsmotors 2 und gibt diese ebenfalls in Steuereinheit 1 ein. Die Encoderscheibe 33 hat Zähne oder Öffnungen, die in bekanntem Winkelabstand angeordnet sind. Durch Messen der Zeitspanne zwischen zwei aufeinanderfolgenden, von dem Sender 34 zu dem Empfänger 35 gelangenden Lichtstrahlen läßt sich die Drehzahl der Motorwelle 4 berechnen. Darüber hinaus kann mit Hilfe des Sensors 32 die momentane Winkelstellung P des Antriebsmotors erfaßt werden, indem beispielsweise die Anzahl der Signale des Sensors 32 ausgehend von einer bekannten Referenzposition gezählt werden.

Die Auswerteeinrichtung 16 ruft die zu der Ist-Drehzahl zugehörigen, abgespeicherten Steuerdaten auf, mit denen das gewünschte, konstante Drehmoment bei diesen Drehzahlen erzeugbar ist und gibt diese Steuerdaten an das Steuersystem 17. Beispielsweise kann an der Eingabeeinheit 31 eingegeben werden, daß das von dem Antriebsmotor 2 abzugebende Drehmoment den konstanten Wert T 50 haben soll. Wenn beispielsweise dann die Ist-Drehzahl W 6 gemessen wird, so ist aus der Tabelle nach Fig. 2 in der Zeile W 6 und T 50 abzulesen, welche Steuerdaten hierzu abgespeichert sind. Dies sind bei dem Ausführungsbeispiel die Steuerdaten A 4906 für die Stromstärke und F 4906 für die Frequenz. Der Antriebsmotor 2 wird mit diesen Steuerdaten A 4906 und F 4906 versorgt und liefert dann bei der Ist-Drehzahl W 6 das Drehmoment T 50.

Bei einer Maschine mit periodische Bewegungen ausführenden Bauteilen, wie beispielsweise bei Webmaschinen, ändert sich das Trägheitsmoment in der Weise, daß einmal die Maschine schneller wird und dann wieder langsamer wird. Mit der vorstehend beschriebenen Steuerung wird erreicht, daß das von dem Antriebsmotor 2 an die Maschine abgegebene Drehmoment auch bei Änderungen der Ist-Drehzahl des Antriebsmotors 2 konstant bleibt. Mit der erfindungsgemäßen Steuerung wird erreicht, daß die Steuerdaten des Antriebsmotors 2 an die sich ändernde Geschwindigkeit der Maschine angepaßt sind und diesen nicht entgegenwirken, d.h. daß der Antriebsmotor weder versucht, die Maschine zu bremsen noch stärker zu beschleunigen. Da der Antriebsmotor 2 mithin nicht in der Weise wirkt, daß die Geschwindigkeitsschwankungen der Maschine reduziert werden, führt dies dazu, daß die Maschine mit etwas ausgeprägteren Geschwindigkeitsschwankungen arbeitet, nämlich entsprechend dem natürlichen Verlauf des Trägheitsmomentes.

Gemäß einer anderen Möglichkeit zum Bestimmen des von dem Antriebsmotor 2 an die Maschine abgegebenen Drehmomentes wird vorgesehen, daß ein periodischer Verlauf für das Drehmoment in Abhängigkeit von der Winkelposition P des Antriebsmotors

gespeichert und entsprechend zu dieser Winkelposition abgegeben wird. Der Verlauf des zu liefernden Drehmomentes TT in Abhängigkeit zu der Winkelposition P wird beispielsweise entsprechend der Tabelle nach Fig. 3 abgespeichert. Bei diesem Beispiel ist angenommen, daß als Webmuster eine sogenannten Körperbindung vorliegt, bei welcher sich das Webmuster nach drei Webzyklen wiederholt, d.h. nach dreimal 360° (insgesamt 1080°) der Hauptantriebswelle. Zu den in Schritten von 1° folgenden Winkelpositionen wird jeweils das gewünschte Drehmoment TT in dem Speicher 15 der Steuereinheit abgespeichert, d.h. für die Winkelstellungen P 1 bis P 1080 die zu liefernden Drehmomente TT 1 bis TT 1080.

In diesem Fall wird mittels des Sensors 32 die Ist-Winkelposition des Antriebsmotors 2 erfaßt. Zu dieser Ist-Winkelposition wird dann das abzugebende oder zu liefernde Drehmoment TT aufgerufen. Liegt beispielsweise als Ist-Winkelstellung P 400 vor, so beträgt das zu liefernde Drehmoment TT 400. Die Steuerdaten, die für das zu liefernde Drehmoment TT 400 gelten, werden unter Verwendung der Tabelle nach Fig. 2 bestimmt. Es wird die Ist-Drehzahl des Antriebsmotors 2 erfaßt. Ferner wird geprüft, welcher Wert T der Tabelle 2 dem zur Position P 400 geforderten Wert TT 400 des abzugebenden Drehmomentes entspricht. Beispielsweise kann angenommen werden, daß die Ist-Drehzahl den Wert W 6 aufweist und der Wert TT 400 dem Drehmoment T 50 gleich ist. In diesem Fall ergeben sich wieder die Steuerdaten für die Amplitude mit A 4906 und für die Frequenz mit F 4906. Entsprechend wird zu jeder anderen abgespeicherten Winkelposition P vorgegangen. Beispielsweise ist bei der Winkelposition P 1070 ein zu lieferndes Drehmoment TT 1070 abgespeichert, das dem Drehmoment T 100 entspricht. Wenn dann bei der Winkelposition P 1070 als Ist-Drehzahl W 5 erfaßt wird, so wird der Antriebsmotor 2 mit den Steuerdaten gesteuert, die der Zeile W 5 und T 100 zugeordnet sind, d.h. mit den Steuerdaten A 9905 für die Amplitude und F 9905 für die Frequenz.

Der Verlauf des zu liefernden Drehmomentes kann beispielsweise eine Summe aus einem konstanten Wert und mehreren Sinusverläufen darstellen, wobei bei einer Webmaschine die Periode, in der sich der Verlauf wiederholt, der Periode des Webmusters entspricht. Abhängig von der Anzahl der Webzyklen, die eine Periode umfaßt, und abhängig von der gewählten Schrittgröße zwischen den Winkelpositionen können eine Anzahl von Werten für das zu liefernde Drehmoment aufgenommen werden. Wenn eine Periode beispielsweise zehn Webzyklen umfaßt und pro 5° der Winkelstellung ein anderer Wert für das zu liefernde Drehmoment TT eingestellt wird, umfaßt die Tabelle (ähnlich zu Fig. 3) beispielsweise zwei Spalten mit 720 Werten.

Bei einer Webmaschine ist es vorteilhaft, mehrere periodische Verläufe für das vom Antriebsmotor 2 zu liefernde Drehmoment in Abhängigkeit von der Winkelposition des Antriebsmotors 2 und/oder auch mehrere konstante Werte für das zu liefernde Drehmoment in dem Speicher 15 der Steuereinheit 1 abzulegen. Ein Beispiel hierfür ist in der Tabelle nach Fig. 4 dargestellt. Es sind mehrere Verläufe TA bis TD für das zu liefernde Drehmoment jeweils mit Werten TA 1 bis TA 1080, TB 1 bis TB 1080, TC 1 bis TC 1080 und TD 1 bis TD 1080 und mehrere konstante Werte TE bis TG für das zu liefernde Drehmoment angegeben. An der Eingabeeinheit 31 kann einer dieser periodischen Verläufe TA bis TD und/oder der konstanten Werte TE bis TG ausgewählt werden, nach welchen der Antriebsmotor 2 gesteuert wird. Auf diese Weise kann für jedes zu webende Gewebe ein geeignetes Drehmoment gewählt werden, das einen konstanten Wert und/oder einen wählbaren Verlauf aufweist.

Geeignete Verläufe für das zu liefernde Drehmoment können experimentell bestimmt werden. Danach kann dann ebenfalls experimentell bestimmt werden, welcher Verlauf bei den gegebenen Webparametern die beste Webqualität ergibt. Anzumerken ist noch, daß auch das Vorgeben eines konstanten Wertes für

das zu liefernde Drehmoment als die Vorgabe eines Verlaufes bezeichnet werden kann, d.h. eines konstanten Verlaufes.

Wie schon erwähnt wurde, wird die Ist-Drehzahl des Antriebsmotors 2 erfaßt. Wie das in Fig. 5 dargestellt ist, wird diese Ist-Drehzahl WW über die Winkelposition P des Antriebsmotors 2 auch in dem Speicher 15 der Steuereinheit abgespeichert. Die Ist-Drehzahl WW ändert sich ebenfalls mit einer Periode, die dem zu webenden Webmuster entspricht. In der Tabelle 5 sind pro Winkelgrad Winkelpositionen P 1 bis 1080 angeführt, zu welchen die entsprechenden Ist-Drehzahlen WW 1 bis WW 1080 abgespeichert sind.

Der abgespeicherte Verlauf der Drehzahl kann beispielsweise vorteilhaft dazu benutzt werden, der Maschine eine durchschnittliche Arbeitsgeschwindigkeit vorzugeben, d.h. eine Durchschnittsdrehzahl für den Antriebsmotor 2. Die durchschnittliche Drehzahl des Antriebsmotors 2 wird beispielsweise dadurch bestimmt, daß der Mittelwert des gespeicherten Verlaufes der Ist-Drehzahlen WW (Fig. 5) gebildet wird. Dieser Mittelwert wird ebenfalls abgespeichert. Wenn der jeweils erfaßte Ist-Wert für die durchschnittliche Drehzahl zu niedrig oder zu hoch liegt, wird das von dem Antriebsmotor 2 der Maschine zu liefernde Drehmoment entsprechend verändert.

Gemäß einer Möglichkeit wird - wenn beispielsweise der Wert der durchschnittlichen Drehzahl 10 % zu niedrig oder zu hoch liegt - von der Verarbeitungseinheit 16 das im Speicher 15 der Steuereinheit gespeicherte zu liefernde Drehmoment um 10 % erhöht oder erniedrigt. Wenn danach die durchschnittliche Drehzahl immer noch zu hoch oder zu niedrig ist, kann in entsprechender Weise mit mehreren Schritten das Einstellen der durchschnittlichen Drehzahl wiederholt werden, bis der Ist-Wert für die durchschnittliche Drehzahl mit dem gewünschten Wert übereinstimmt.

Bei einer anderen Lösung werden mehrere Spalten für das zu liefernde Drehmoment im Speicher 15 der Steuereinheit 1 abgespeichert, die in einem vorgegebenen Verhältnis zueinander stehen. Wie beispielsweise in Fig. 6 dargestellt ist, befindet sich in einer Spalte das Drehmoment TM 100 %, das dem normalen Verlauf des zu liefernden Drehmomentes entspricht. Beispielsweise kann TM 100 % den Werten des Verlaufs TB des Drehmomentes der Tabelle 4 entsprechen. In der Spalte TM 80 % sind die Werte abgespeichert, die 80 % von TM 100 % betragen. Entsprechend sind in der Spalte TM 120 % die Werte eingetragen, die 120 % der Werte von TM 100 % entsprechen. In entsprechender Weise sind weitere Spalten mit Werten zwischen TM 80 % und TM 120 % vorgesehen. Wenn die Maschine mit einer Steuerung mit den Werten TM 100 % für das zu liefernde Drehmoment betrieben wird und festgestellt wird, daß die durchschnittliche Drehzahl 10 % zu niedrig oder zu hoch ist, so wählt die Steuerung die Werte TM 110 % oder TM 90 %. Dieses Vorgehen kann gleichfalls mehrere Male hintereinander wiederholt werden, bis der Ist-Wert der durchschnittlichen Drehzahl mit dem gewählten Wert für die durchschnittliche Drehzahl übereinstimmt. Auf diese Weise ist es möglich, die Webmaschine unabhängig von Umgebungseinflüssen (beispielsweise der Temperatur) mit einer gewünschten durchschnittlichen Drehzahl oder Drehgeschwindigkeit anzutreiben.

Es versteht sich von selbst, daß Verläufe TM 80 % bis TM 120 % auch für die Verläufe TA, TC bis TG nach Fig. 4 erstellt werden können. Diese Verläufe müssen sich nicht immer um ein volles % unterscheiden. Sie können sich beispielsweise auch um Bruchteile von Prozentsätzen unterscheiden. Ebenso können selbstverständlich auch andere Prozentsätze für Verläufe vorgesehen werden.

Der festgestellte Verlauf der Drehzahl des Antriebsmotors 2, die sich aufgrund der Steuerung des abgegebenen Drehmomentes der Maschine ergibt, und die ebenfalls einen periodischen Verlauf hat, wird auch beim Starten oder Anfahren der Maschi-

ne benutzt. Dieser Verlauf der Drehzahl über die Winkelposition des Antriebsmotors, die in Fig. 5 dargestellt ist, ist in dem Speicher 15 der Steuereinheit 1 abgelegt. Während des Anlaufens des Antriebsmotors 2 wird die Ist-Winkelposition des Antriebsmotors bestimmt, d.h., die Startposition als auch die Winkelpositionen des Antriebsmotors 2 kurz nach dem Start. Ebenso werden beim Starten des Antriebsmotors 2 die Ist-Drehzahlen zu jeder Ist-Winkelstellung des Antriebsmotors 2 erfaßt. Der Antriebsmotor 2 wird beim Starten mittels Steuerdaten gesteuert, die so ausgewählt werden, daß der Antriebsmotor mit einem Ist-Verlauf der Drehzahl gestartet wird, die mit dem gespeicherten periodischen Verlauf der Drehzahl WW übereinstimmt, die in Fig. 5 dargestellt ist.

Dabei wird beispielsweise wie folgt vorgegangen. Wenn der Ist-Wert der Drehzahl kleiner als der zu dieser Winkelposition gespeicherte Wert der Drehzahl ist, werden die Steuerdaten in Abhängigkeit von den Unterschieden so angepaßt, daß erreicht wird, daß der Ist-Wert der Drehgeschwindigkeit möglichst gleich dem Wert der zu der Ist-Winkelposition gespeicherten Drehzahl wird oder der Unterschied zu null wird. Dies kann geschehen, indem beispielsweise die Steuerdaten für die Amplitude des Speisestroms in Abhängigkeit von der festgestellten Differenz erhöht werden. Wenn der Ist-Wert der Drehzahl größer ist, wird beispielsweise die Amplitude des Speisestroms in entsprechender Weise verringert. Dies ist im Prinzip eine bekannte Regelung mit Rückkopplung der Drehzahl eines Antriebsmotors. Die Steuerdaten des Antriebsmotors 2 werden so ausgewählt, daß der Antriebsmotor 2 derart anläuft, daß kurz nach dem Start die Ist-Drehzahl des Antriebsmotors mit den abgespeicherten, vorgegebenen Drehzahlen des Antriebsmotors 2 übereinstimmen.

Da der Antriebsmotor 2 unmittelbar nach dem Start eine deutliche niedrigere Ist-Drehzahl als die gespeicherte Drehzahl hat, wird der Antriebsmotor beim Start kurzzeitig hoch belastet. Nach kurzer Zeit wird der Antriebsmotor 2 jedoch mit

einer Drehzahl laufen, die im wesentlichen dem abgespeicherten Verlauf der Drehzahl entspricht. Ein großer Vorteil besteht darin, daß der auf diese Weise entsprechende drehzahlgesteuerte Antriebsmotor dabei auch ein Drehmoment liefert, dessen Verlauf im wesentlichen dem Verlauf und/oder dem konstanten Wert für das Drehmoment entspricht, mit welchem der Antriebsmotor vor dem Stillstand gesteuert wurde. Bei Webmaschinen ist das nicht nur vorteilhaft, um den Antriebsmotor 2 mit einem guten energetischen Wirkungsgrad anzutreiben, sondern auch weil - unmittelbar nach dem Start - in gleicher Weise ein Gewebe hergestellt wird, als wäre die Maschine nicht angehalten worden.

Um den Antriebsmotor 2 und das Steuerungssystem 17 unmittelbar nach dem Start weniger hoch zu belasten, kann das Verfahren abgewandelt werden. Zunächst wird ein Startverlauf für den Antriebsmotor 2 bestimmt. Bei einer Webmaschine wird für jeden Webzyklus ein solcher Startverlauf festgelegt werden, da eine Webmaschine in jedem Webzyklus angehalten werden kann und entsprechend wieder gestartet werden muß. Bei dem dargestellten Beispiel, bei dem ein Webmuster drei Webzyklen umfaßt, werden drei Startverläufe festgelegt. Ein erster Startverlauf, der zu dem Starten der Webmaschine im ersten Webzyklus gehört, ist in der Tabelle nach Fig. 7 dargestellt. Er enthält Werte WS 200 bis WS 280 für die Drehzahl des Antriebsmotors 2, die Winkelpositionen P 200 bis P 280 zugeordnet sind. Aus Gründen der Deutlichkeit werden in Fig. 7 auch die Werte des Verlaufs der Drehzahl WW nach Fig. 5 wiederholt. Der Wert WS 200 des Startverlaufs für die Drehzahl muß nicht gleich null sein. Er kann beispielsweise einen Wert haben, der zwischen null und dem Wert WW 200 der Tabelle nach Fig. 7 liegt. Die Werte WS für den Startverlauf nähern sich der Drehzahl WW, wobei der Wert WS 280 praktisch gleich dem Wert WW 280 ist.

Der Antriebsmotor 2 wird somit so gesteuert, daß er nach dem Start im Bereich von der Winkelposition P 200 bis zu der Win-

kelposition P 280 die Drehzahlen WS 200 bis WS 280 erreicht. Ab der Winkelstellung P 281 wird der Antriebsmotor 2 dann nach den gespeicherten Drehzahlen WW 281 usw. gesteuert.

Da eine Webmaschine in jedem Webzyklus eines Webmusters angehalten und entsprechend wieder gestartet werden kann, werden ebenso viele Startverläufe vorgesehen, wie unterschiedliche Webzyklen im Webmuster enthalten sind. In der Tabelle nach Fig. 7 ist deshalb noch ein zweiter Startverlauf zwischen den Winkelpositionen P 560 und P 640 dargestellt, der dem zweiten Webzyklus zugeordnet ist. Entsprechend kann noch ein Startverlauf zwischen den Winkelpositionen P 940 und P 1020 vorgesehen werden. Der Antriebsmotor 2 wird nach Erreichen der Winkelposition P 280, P 640 und P 1020, zu denen jeweils ein Startverlauf endet, entsprechend dem abgespeicherten Verlauf der Drehzahl WW gesteuert, d.h. ab den Winkelpositionen P 281, P 641 und P 1021, die in Fig. 5 und 7 dargestellt sind.

Selbstverständlich muß der Unterschied der Winkelpositionen zwischen den Anfangspositionen und den Endpositionen der Startverläufe von aufeinanderfolgenden Webzyklen nicht immer 360° betragen. Ebenso muß der Unterschied zwischen der Anfangswinkelposition und der Endwinkelposition eines Startverlaufes auch nicht 80° betragen.

Das Verfahren zum Starten der Maschine ermöglicht einen schnellen Start, und zwar einen Start mit einem Verlauf der Drehzahl, der schon nach sehr kurzer Zeit dem Verlauf der Drehzahl entspricht, der auch dann erreicht wird, wenn der Antriebsmotor entsprechend einem zu lieferenden Drehmoment gesteuert wird. Dieser Verlauf der Drehzahl ist in Fig. 5 und 7 dargestellt. Danach wird die Steuerung von dem Steuern nach dem Verlauf der Drehzahl wieder umgeschaltet auf die Steuerung nach dem von dem Antriebsmotor 2 zu liefernden Drehmoment. Damit ein sanfter Übergang erfolgt, kann das folgende Verfahren angewandt werden.

Die Ist-Werte TS des Drehmomentes werden anhand der Tabelle nach Fig. 2 zu jeder Winkelposition des Antriebsmotors erfaßt und abgespeichert, wenn dieser mittels Steuerdaten nach einem Verlauf der Drehzahl gesteuert wird. Die Ist-Werte TS 1 bis TS 1080 werden in einem Speicher 15 der Steuereinheit 1 für die Winkelpositionen P 1 bis P 1080 abgespeichert (Fig. 8). Die dabei jeweils verwendeten Steuerdaten, mit denen der Antriebsmotor betrieben wird, sind selbstverständlich ebenfalls bekannt.

Es wird angestrebt, daß das Umschalten von der Steuerung nach dem Verlauf der Drehzahl des Antriebsmotors auf die Steuerung nach dem von dem Antriebsmotor zu liefernden Drehmoment so vorgenommen wird, daß dabei die durchschnittliche Drehzahl des Antriebsmotors 2 praktisch konstant bleibt. Hierzu werden beispielsweise die Tabellen nach Fig. 6 und 8 verwendet. Die Tabelle nach Fig. 8 enthält für die Winkelpositionen P 1 bis P 1080 die Ist-Werte der Drehzahl WW aus Fig. 5. Für jede Winkelposition wird dann das Produkt der Ist-Werte TS des Drehmomentes und der Ist-Werte der Drehgeschwindigkeit gebildet und in eine Spalte aufgenommen. Daraus wird die Summe dieser Spalte als TOTAL errechnet. Diese Summe ist ein Maß für die der Maschine zugeführte Energie. Des weiteren werden für jede Winkelposition die Produkte der Ist-Werte WW der Drehzahl und der Werte für die Momente T 80 % bis T 120 % (Tabelle nach Fig. 6) gebildet und in Spalten der Tabelle nach Fig. 8 aufgenommen. Für diese Spalten wird jeweils die Summe gebildet, d.h. die Summe TOTAL 80 % bis TOTAL 120 %. Diese Summen TOTAL 80 % bis TOTAL 120 % werden mit der Gesamtsumme TOTAL verglichen. Die Spalte, deren Summe TOTAL mit der Gesamtsumme TOTAL gleich ist, beispielsweise die Spalte TM 102 %, ermöglicht es, bei einer Steuerung nach dem Verlauf des Drehmomentes TM 102 % gleich viel Energie an die Maschine zu liefern, wie der Antriebsmotor 2, wenn er nach dem Verlauf der Drehzahl WW (Tabelle nach Fig. 5) gesteuert wird und das Drehmoment TS liefert. Bei einer Umschaltung von der einen

Steuerungsart auf die andere wird deshalb der Antriebsmotor 2 näherungsweise mit der gleichen durchschnittlichen Drehzahl betrieben. Gemäß einer anderen Lösung wird die Spalte mit dem Verlauf des Momentes TM 80 % bis TM 120 % gewählt, die denselben Mittelwert für das Drehmoment aufweist, wie dies Spalte mit dem Ist-Wert TS des Drehmomentes. Dies ist zwar weniger genau, da jedoch das Ist-Moment TS nur relativ gering von dem Drehmoment abweicht, mit dem der Antriebsmotor 2 vor dem Anhalten gesteuert wurde, hat das wenig Einfluß auf die durchschnittliche Drehzahl. Es ist auch möglich - wenn der Ist-Wert der durchschnittlichen Drehzahl etwas von dem gewünschten Wert der durchschnittlichen Drehzahl abweicht - ein geeignetes Drehmoment zwischen TM 80 % und TM 120 % für die Steuerung des Antriebsmotors 2 zu wählen, wie dies anhand von Fig. 6 erläutert wurde.

Um die Maschine anzuhalten oder abzuschalten, wird die Steuerung auf einen Anhalteverlauf umgeschaltet. Bei einer Webmaschine wird für jeden Webzyklus ein entsprechender Anhalteverlauf bestimmt. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird ein Anhalteverlauf für den Antriebsmotor 2 festgelegt, der vorgegebene Drehzahlwerte WR aufweist, die jeweils Winkelpositionen zugeordnet sind. Beispielsweise sind Drehzahlwerte WR 120 bis WR 200 vorgesehen, die den Winkelpositionen P 120 bis P 200 zugeordnet sind. Diese Werte WR, die auch für die anderen Webzyklen vorgesehen sind, sind in der Tabelle nach Fig. 9 neben den Ist-Werten WW der Drehzahl gemäß Tabelle aus Fig. 5 für die betreffenden Winkelpositionen P abgelegt. Dabei endet der Wert WR der Drehzahl mit null bei einer Winkelposition P 200 des Antriebsmotors, bei welcher der Antriebsmotor 2 stillgesetzt sein muß. Hier ist anzumerken, daß diese Winkelposition P 200 auch die Winkelposition ist, bei welcher der Antriebsmotor 2 - beispielsweise entsprechend Fig. 7 - gestartet wird. Beim Anhalten des Antriebsmotors 2 werden die Ist-Werte der Winkelposition P des Antriebsmotors bestimmt. Der Antriebsmotor 2 wird mittels Steuerdaten (Amplitude und Frequenz des Stroms) so gesteuert, daß bei je-

der Winkelposition die zugehörige Drehzahl WR gemäß dem Anhalteverlauf erhalten wird. Dies kann in ähnlicher Weise wie bei dem Startverlauf erfolgen, indem die Amplitude und die Frequenz des Speisestroms in Abhängigkeit von der Differenz zwischen dem Ist-Wert der Drehzahl und der gewünschten Drehzahl des Anhalteverlaufes so eingestellt werden, daß der Antriebsmotor 2 die Maschine in der gewünschten Weise bremst.

In zweckmäßiger Ausgestaltung wird vorgesehen, daß in dem Anhalteverlauf Werte WR für die Drehzahl des Antriebsmotors in Relation zu der Winkelposition P des Antriebsmotors vorgegeben werden, die an die Werte der Drehzahl WW des Antriebsmotors 2 anschließen, wie diese in den Tabellen nach Fig. 5 oder 9 angegeben sind. Der Wert WR 120 des Anhalteverlaufes ist dabei gleich dem Wert WW 120 der Drehzahl, wenn der Antriebsmotor 2 nach einem Verlauf des Drehmomentes und/oder nach einem konstanten Drehmoment gesteuert wird. Die Werte WR werden bis zu dem Wert null bei dem Wert WR 200 für die Drehzahl reduziert, da der Antriebsmotor 2 in der Winkelposition P 200 stillstehen soll.

Da eine Webmaschine innerhalb von jedem Webzyklus eines Webmusters angehalten werden kann, werden gleich viele Anhalteverläufe vorgesehen, wie Webzyklen im Webmuster enthalten sind. In der Tabelle nach Fig. 9 werden Anhalteverläufe zwischen den Winkelpositionen P 120 und P 200, P 480 und P 560 sowie auch zwischen P 840 und P 920 vorgesehen. Der jeweilige Unterschied zwischen den Winkelstellungen zu Beginn und zum Ende der Anhalteverläufe muß natürlich nicht immer 360° betragen. Entsprechend muß der Unterschied zwischen dem Beginn des Anhalteverlaufs und dem Ende des Anhalteverlaufs nicht 80° betragen.

Die erfindungsgemäßen Steuerungen können bei jeder beliebigen Maschine angewandt werden, die ein oder mehrere Bauteile aufweisen, die eine periodische Bewegung ausführen, so daß sich aufgrund des Trägheitsmomentes periodisch ändernde Maschinen-

geschwindigkeiten ergeben. In Fig. 10 ist eine Ausführungsform dargestellt, bei welcher der Antriebsmotor 2 mittels eines Riemenantriebes aus Riemen 20 und Riemenscheiben 21, 22 eine Webmaschine antreibt. Diese Ausführungsform ist beispielsweise identisch mit Fig. 9 des US-Patentes 5,617,901. Die Antriebswelle 4 des Antriebsmotors 2 und die Hauptantriebswelle 3 der Webmaschine sind nicht einteilig. Die Drehzahl und/oder die Winkelposition des Antriebsmotors 2 werden nicht direkt an diesem Antriebsmotor, sondern an einer Antriebswelle 10 der angetriebenen Webmaschine erfaßt, die mit der Motorwelle 4 des Antriebsmotors 2 gekoppelt ist. Dabei wird eine Encoderscheibe 19 eingesetzt, die drehfest auf der Antriebswelle 10 angeordnet ist und die beispielsweise der Encoderscheibe 33 entspricht und die mit einem Sensor 23 zusammenarbeitet, der an eine Steuereinheit 1 angeschlossen ist. Der Sensor 23 entspricht beispielsweise dem Sensor 32 der Fig. 1. Um aus den Signalen des Sensors 23 die Drehzahl und/oder die Winkelposition des Antriebsmotors 2 zu bilden, muß das Übersetzungsverhältnis zwischen der Motorwelle 4 und der Antriebswelle 10 berücksichtigt werden.

Die Werte für die Winkelposition und/oder die Drehzahl des Antriebsmotors 2, die in den Tabellen nach Fig. 2 bis 9 angegeben sind, müssen nicht notwendigerweise die absoluten Werte der Winkelposition und/oder der Drehzahl sein. Es können vielmehr auch Werte verwendet werden, die proportional zu den genannten Absolutwerten sind. Dies wird beispielsweise dann bevorzugt, wenn der Sensor 23 auf der Antriebswelle 10 der anzutreibenden Maschine angebracht ist, die mit einem bestimmten Übersetzungsverhältnis von der Motorwelle 4 angetrieben ist. Die Tabellen nach Fig. 2 bis 9 können dann Werte enthalten, die proportional zu den Absolutwerten sind, wobei der Proportionalitätsfaktor in Abhängigkeit von dem Übersetzungsverhältnis bestimmt ist. Die Auswerteeinheit 16 kann in einfacher Weise diesen Proportionalitätsfaktor berücksichtigen, damit der Antriebsmotor 2 entsprechend während des Nor-

malbetriebs gesteuert und/oder gestartet und/oder angehalten werden kann.

Die Steuerung des Antriebsmotors 2 entsprechend einem vorgegebenen Drehmoment ist vorteilhaft für den energetischen Wirkungsgrad. Das Drehmoment, das der Antriebsmotor 2 liefert, wird nicht mit Sensoren gemessen, sondern von der Steuereinheit 1 gesteuert. Wenn eine Störung in der angetriebenen Maschine auftritt, beispielsweise wenn sich das Zahnrad 9 von der Antriebswelle 10 löst und die Antriebselemente 11 nicht mehr angetrieben werden, hätte das zur Folge, daß der Antriebsmotor 2 weniger belastet wird und dann eine sehr hohe Drehzahl erreicht. Um dies zu verhindern, enthält die Auswerteeinrichtung 16 der Steuereinheit Mittel, die die Steuerung des Antriebsmotors 2 unterbrechen oder den Antriebsmotor 2 anhalten, wenn eine zu hohe Drehzahl festgestellt wird. Es kann auch geschehen, daß sich die durchschnittliche Drehzahl des Antriebsmotors 2 plötzlich stark verändert. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, daß eines der Lager 5, 6 der angetriebenen Maschine festgefressen ist. Auch in diesem Fall sollte ein Abschalten vorgenommen werden. Selbstverständlich können noch weitere Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden. Beispielsweise kann die Auswerteeinheit 16 - wenn über die Eingabeeinheit 31 ein zu hoher Wert für das zu liefernde Drehmoment eingegeben wird - an der Anzeigeeinheit 18 eine Fehlermeldung ausgeben.

Das Steuerungssystem 17 ist nicht notwendigerweise getrennt von der Steuereinheit 1. Es kann vielmehr auch Teil der Steuereinheit 1 selbst sein. Bei einer anderen Ausführungsform können aber auch Speicher 15, Auswerteeinheiten 16 und das Steuerungssystem 17 separate Einrichtungen sein.

Die erfindungsgemäße Steuerung kann auch angewandt werden, wenn zwischen dem Antriebsmotor 2 und der anzutreibenden Maschine eine schaltbare Kupplung vorhanden ist. Dabei darf allerdings für die Erfassung der Winkelposition des Antriebsmo-

tors nicht der absolute Wert der Winkelposition des Antriebsmotors gewählt werden. Vielmehr muß eine relative Winkelposition in Abhängigkeit von der Winkelposition der Antriebswelle der anzutreibenden Maschine bestimmt werden. Wenn beispielsweise bei der Ausführungsform nach Fig. 1 zwischen der Hauptantriebswelle 3 der Maschine und der Motorwelle 4 eine Kupplung angeordnet ist, mit der die Antriebswelle 3 die Motorwelle 4 in verschiedenen Winkelstellungen miteinander gekoppelt werden können, so kann der Sensor 32 mit der Encoderscheibe 33 auf der Antriebswelle 3 der anzutreibenden Maschinen montiert werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Steuerung beschränken sich selbstverständlich nicht auf die beispielhaft beschriebenen Ausführungsformen. Im Rahmen der Patenansprüche können sehr verschiedene Ausführungsformen verwirklicht werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Antreiben einer Maschine, die wenigstens ein eine periodische Bewegung ausführendes Bauteil und einen elektrischen Antriebsmotor (2) enthält, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebsmotor (2) derart gesteuert wird, daß das von dem Antriebsmotor an die Maschine abgegebene Drehmoment vorbestimmt ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für den Antriebsmotor (2) Steuerdaten abrufbar abgespeichert werden, mittels denen der Antriebsmotor bei jeder Drehzahl mit einer Mehrzahl von unterschiedlichen Drehmomenten betreibbar ist, daß die Ist-Drehzahl des Antriebsmotors (2) gemessen wird, und daß Steuerdaten aufgerufen werden, mit denen der Antriebsmotor bei der Ist-Drehzahl ein vorgegebenes Drehmoment liefert.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das zu liefernde Drehmoment als ein konstanter Wert vorgegeben wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das von dem Antriebsmotor (2) zu liefernde Drehmoment als Verlauf über die Winkelposition des Antriebsmotors abgespeichert wird, daß die Ist-Winkelposition des Antriebsmotors erfaßt wird, und daß der zu der Ist-Winkelposition aus dem Speicher ausgelesene Wert des Drehmomentes als zu lieferndes Drehmoment vorgegeben wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Verläufe von zu liefernden Drehmomenten über die Winkelposition des Antriebsmotors (2) und/oder mehrere konstante Werte für das zu liefernde Drehmoment abgespeichert sind.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Verlauf der Drehzahl des Antriebsmotors (2), dessen Drehmoment gesteuert wird, in Abhängigkeit von der Winkelposition des Antriebsmotors (2) gemessen und abgespeichert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß aus der gemessenen Drehzahl des Antriebsmotors eine Ist-Durchschnittsdrehzahl gebildet wird, die mit einem wählbaren Wert verglichen wird, und daß bei festgestellten Abweichungen eine Angleichung der Ist-Durchschnittsdrehzahl an den gewählten Wert dadurch erfolgt, daß das von dem Antriebsmotor gelieferte Drehmoment erhöht oder reduziert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Maschine mittels einer Startschaltung gestartet wird, bei welcher der Antriebsmotor (2) mittels einer Drehzahlregelung auf Drehzahlen gebracht wird, die zu der jeweils gemessenen Ist-Winkelposition des Antriebsmotors (2) abgespeichert sind.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Umschalten von der Steuerung nach der Drehzahl des Antriebsmotors (2) auf die Steuerung nach dem von dem Antriebsmotor (2) zu liefernden Drehmoment derart erfolgt, daß dabei die durchschnittliche Drehzahl wenigstens annähernd konstant bleibt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Maschine mittels einer Abschaltschaltung abgeschaltet wird, bei welcher der Antriebsmotor (2) auf Drehzahlen abgebremst wird, die vorgegebenen Winkelpositionen zugeordnet sind, und daß der Antriebsmotor in einer vorgegebenen Winkelposition zum Stillstand kommt.

11. Antrieb für eine Maschine, die wenigstens ein eine periodische Bewegung ausführendes Bauteil und einen elektrischen Antriebsmotor enthält, dadurch gekennzeichnet, daß für

den Antriebsmotor (2) eine das von dem Antriebsmotor an die Maschine abgegebene Drehmoment vorbestimmende Steuerung (1) vorgesehen ist.

12. Antrieb nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (1) Mittel (15) zum Speichern von Steuerdaten für den Antriebsmotor (2), mit denen der Antriebsmotor (2) bei jeder Drehzahl mit einer Mehrzahl unterschiedlicher Drehmomente betreibbar ist, Mittel (16, 32) zum Erfassen der Ist-Drehzahl des Antriebsmotors (2) und Mittel (16) zum Abrufen von Steuerdaten aus dem Speicher (15) enthält, bei welchen der Antriebsmotor (2) mit der Ist-Drehzahl ein vorgegebenes Drehmoment liefert.

13. Antrieb nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (1) Mittel (16, 32) enthält, um die Ist-Winkelposition des Antriebsmotors (2) zu erfassen und um zu der Ist-Winkelposition Steuerdaten für den Antriebsmotor (2) aus einem Speicher (15) abzurufen, die dort in Zuordnung zu den Winkelpositionen des Antriebsmotors abgelegt sind.

14. Antrieb nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (1) Mittel (32, 15) zum Erfassen und Abspeichern der durch die Steuerung des Drehmomentes erhaltenen Drehzahl aufweist.

15. Antrieb nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (1) auf eine Startschaltung umschaltbar ist.

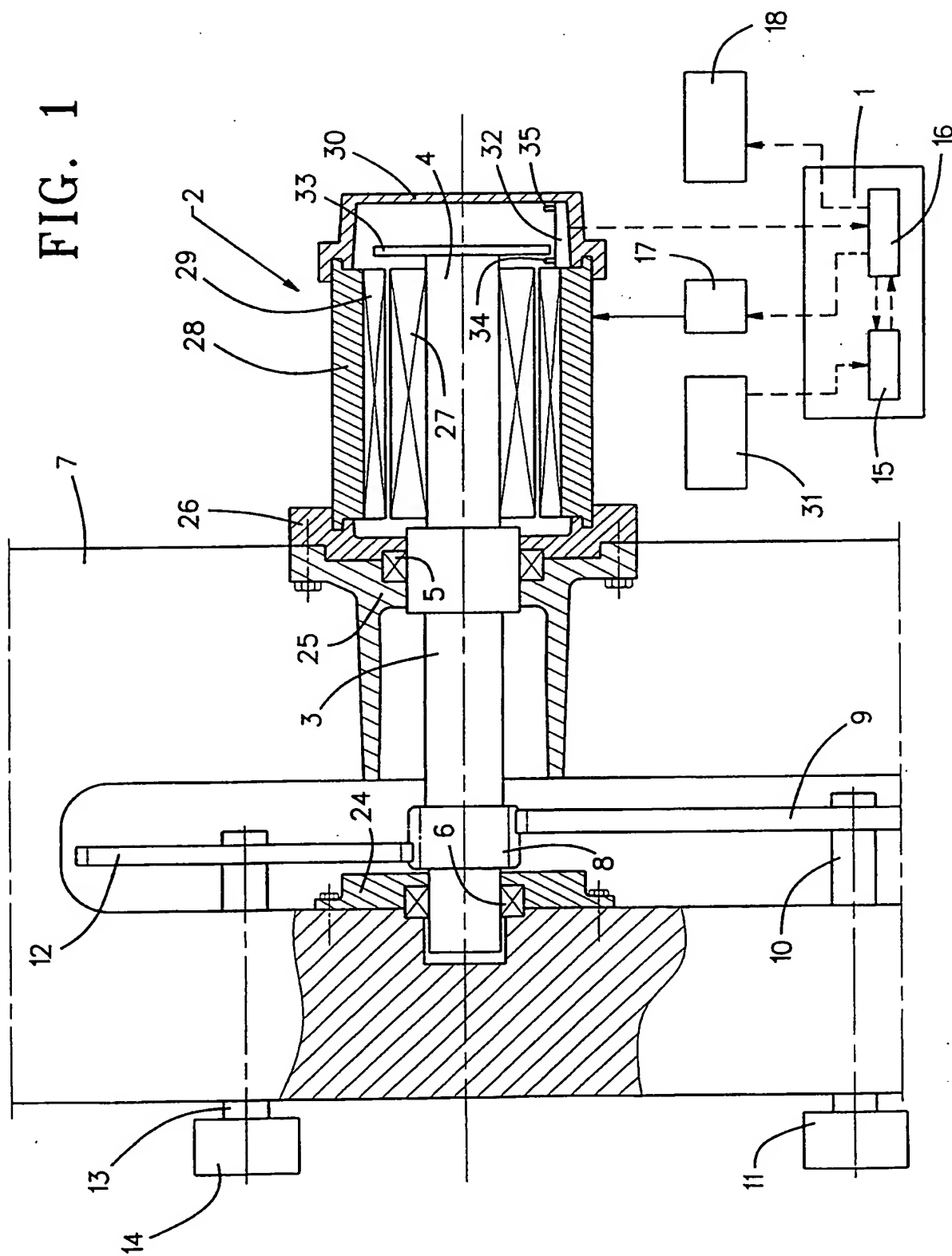
16. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (1) auf eine Abschaltschaltung umschaltbar ist.

17. Antrieb nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die angetriebene Maschine eine Webmaschine ist.

18. Antrieb nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß als Antriebsmotor (2) ein schaltbarer Reluktanzmotor vorgesehen ist.

1/8

FIG. 1



2/8

Fig. 2

W	T	A	F
W1	T1	A1	F1
W2	T1	A2	F2
W3	T1	A3	F3
W4	T1	A4	F4
W5	T1	A5	F5
W6	T1	A6	F6
...
W100	T1	A100	F100
W1	T2	A101	F101
W2	T2	A102	F102
W3	T2	A103	F103
W4	T2	A104	F104
W5	T2	A105	F105
W6	T2	A106	F106
...
W100	T2	A200	F200
...
W1	T50	A4901	F4901
W2	T50	A4902	F4902
W3	T50	A4903	F4903
W4	T50	A4904	F4904
W5	T50	A4905	F4905
W6	T50	A4906	F4906
...
W100	T50	A5000	F5000
...
W1	T100	A9901	F9901
W2	T100	A9902	F9902
W3	T100	A9903	F9903
W4	T100	A9904	F9904
W5	T100	A9905	F9905
W6	T100	A9906	F9906
...
W100	T100	A10000	F10000

Fig. 3

P	TT
P1	TT1
P2	TT2
P3	TT3
P4	TT4
P5	TT5
P6	TT6
P7	TT7
P8	TT8
P9	TT9
P10	TT10
P11	TT11
P12	TT12
P13	TT13
P14	TT14
P15	TT15
P16	TT16
P17	TT17
P18	TT18
P19	TT19
P20	TT20
...	...
P400	TT400
P401	TT401
P402	TT402
P403	TT403
P404	TT404
P405	TT405
P406	TT406
P407	TT407
P408	TT408
P409	TT409
P410	TT410
...	...
P1070	TT1070
P1071	TT1071
P1072	TT1072
P1073	TT1073
P1074	TT1074
P1075	TT1075
P1076	TT1076
P1077	TT1077
P1078	TT1078
P1079	TT1079
P1080	TT1080

Fig. 4

P	TA	TB	TC	TD	TE	TF	TG
P1	TA1	TB1	TC1	TD1	TE	TF	TG
P2	TA2	TB2	TC2	TD2	TE	TF	TG
P3	TA3	TB3	TC3	TD3	TE	TF	TG
P4	TA4	TB4	TC4	TD4	TE	TF	TG
P5	TA5	TB5	TC5	TD5	TE	TF	TG
P6	TA6	TB6	TC6	TD6	TE	TF	TG
P7	TA7	TB7	TC7	TD7	TE	TF	TG
P8	TA8	TB8	TC8	TD8	TE	TF	TG
P9	TA9	TB9	TC9	TD9	TE	TF	TG
P10	TA10	TB10	TC10	TD10	TE	TF	TG
P11	TA11	TB11	TC11	TD11	TE	TF	TG
P12	TA12	TB12	TC12	TD12	TE	TF	TG
P13	TA13	TB13	TC13	TD13	TE	TF	TG
P14	TA14	TB14	TC14	TD14	TE	TF	TG
P15	TA15	TB15	TC15	TD15	TE	TF	TG
P16	TA16	TB16	TC16	TD16	TE	TF	TG
P17	TA17	TB17	TC17	TD17	TE	TF	TG
P18	TA18	TB18	TC18	TD18	TE	TF	TG
P19	TA19	TB19	TC19	TD19	TE	TF	TG
P20	TA20	TB20	TC20	TD20	TE	TF	TG
...
P400	TA400	TB400	TC400	TD400	TE	TF	TG
P401	TA401	TB401	TC401	TD401	TE	TF	TG
P402	TA402	TB402	TC402	TD402	TE	TF	TG
P403	TA403	TB403	TC403	TD403	TE	TF	TG
P404	TA404	TB404	TC404	TD404	TE	TF	TG
P405	TA405	TB405	TC405	TD405	TE	TF	TG
P406	TA406	TB406	TC406	TD406	TE	TF	TG
P407	TA407	TB407	TC407	TD407	TE	TF	TG
P408	TA408	TB408	TC408	TD408	TE	TF	TG
P409	TA409	TB409	TC409	TD409	TE	TF	TG
P410	TA410	TB410	TC410	TD410	TE	TF	TG
...
P1070	TA1070	TB1070	TB1070	TD1070	TE	TF	TG
P1071	TA1071	TB1070	TB1070	TD1071	TE	TF	TG
P1072	TA1072	TB1070	TB1070	TD1072	TE	TF	TG
P1073	TA1073	TB1070	TB1070	TD1073	TE	TF	TG
P1074	TA1074	TB1070	TB1070	TD1074	TE	TF	TG
P1075	TA1075	TB1070	TB1070	TD1075	TE	TF	TG
P1076	TA1076	TB1070	TB1070	TD1076	TE	TF	TG
P1077	TA1077	TB1070	TB1070	TD1077	TE	TF	TG
P1078	TA1078	TB1070	TB1070	TD1078	TE	TF	TG
P1079	TA1079	TB1070	TB1070	TD1079	TE	TF	TG
P1080	TA1080	TB1070	TB1070	TD1080	TE	TF	TG

4/8

Fig. 5

P	WW
P1	WW1
P2	WW2
P3	WW3
P4	WW4
P5	WW5
P6	WW6
P7	WW7
P8	WW8
...	...
P200	WW200
P201	WW201
P202	WW202
P203	WW203
P204	WW204
P205	WW205
P206	WW206
...	...
P274	WW274
P275	WW275
P276	WW276
P277	WW277
P278	WW278
P279	WW279
P280	WW280
...	...
P400	WW400
P401	WW401
P402	WW402
P403	WW403
P404	WW404
P405	WW405
P406	WW406
...	...
P1072	WW1072
P1073	WW1073
P1074	WW1074
P1075	WW1075
P1076	WW1076
P1077	WW1077
P1078	WW1078
P1079	WW1079
P1080	WW1080

Fig. 7

P	WW	WS
P1	WW1	
P2	WW2	
P3	WW3	
P4	WW4	
P5	WW5	
P6	WW6	
...	...	
P200	WW200	WS200
P201	WW201	WS201
P202	WW202	WS202
P203	WW203	WS203
P204	WW204	WS204
P205	WW205	WS205
P206	WW206	WS206
...
P275	WW275	WS275
P276	WW276	WS276
P277	WW277	WS277
P278	WW278	WS278
P279	WW279	WS279
P280	WW280	WS280
...	...	
P560	WW560	WS560
P561	WW561	WS561
P562	WW562	WS562
P563	WW563	WS563
P564	WW564	WS564
P565	WW565	WS565
...
P635	WW635	WS635
P636	WW636	WS636
P637	WW637	WS637
P638	WW638	WS638
P639	WW639	WS639
P640	WW640	WS640
...	...	
P1075	WW1075	
P1076	WW1076	
P1077	WW1077	
P1078	WW1078	
P1079	WW1079	
P1080	WW1080	

Fig. 6

P	TM 80%	TM 81%	...	TM 100%	...	TM 119%	TM 120%
P1	TM1-80	TM1-81	...	TM1-100	...	TM1-119	TM1-120
P2	TM2-80	TM2-81	...	TM2-100	...	TM2-119	TM2-120
P3	TM3-80	TM3-81	...	TM3-100	...	TM3-119	TM3-120
P4	TM4-80	TM4-81	...	TM4-100	...	TM4-119	TM4-120
P5	TM5-80	TM5-81	...	TM5-100	...	TM5-119	TM5-120
P6	TM6-80	TM6-81	...	TM6-100	...	TM6-119	TM6-120
P7	TM7-80	TM7-81	...	TM7-100	...	TM7-119	TM7-120
P8	TM8-80	TM8-81	...	TM8-100	...	TM8-119	TM8-120
P9	TM9-80	TM9-81	...	TM9-100	...	TM9-119	TM9-120
P10	TM10-80	TM10-81	...	TM10-100	...	TM10-119	TM10-120
P11	TM11-80	TM11-81	...	TM11-100	...	TM11-119	TM11-120
P12	TM12-80	TM12-81	...	TM12-100	...	TM12-119	TM12-120
P13	TM13-80	TM13-81	...	TM13-100	...	TM13-119	TM13-120
P14	TM14-80	TM14-81	...	TM14-100	...	TM14-119	TM14-120
P15	TM15-80	TM15-81	...	TM15-100	...	TM15-119	TM15-120
P16	TM16-80	TM16-81	...	TM16-100	...	TM16-119	TM16-120
P17	TM17-80	TM17-81	...	TM17-100	...	TM17-119	TM17-120
P18	TM18-80	TM18-81	...	TM18-100	...	TM18-119	TM18-120
P19	TM19-80	TM19-81	...	TM19-100	...	TM19-119	TM19-120
P20	TM20-80	TM20-81	...	TM20-100	...	TM20-119	TM20-120
...
P400	TM400-80	TM400-81	...	TM400-100	...	TM400-119	TM400-120
P401	TM401-80	TM401-81	...	TM401-100	...	TM401-119	TM401-120
P402	TM402-80	TM402-81	...	TM402-100	...	TM402-119	TM402-120
P403	TM403-80	TM403-81	...	TM403-100	...	TM403-119	TM403-120
P404	TM404-80	TM404-81	...	TM404-100	...	TM404-119	TM404-120
P405	TM405-80	TM405-81	...	TM405-100	...	TM405-119	TM405-120
P406	TM406-80	TM406-81	...	TM406-100	...	TM406-119	TM406-120
P407	TM407-80	TM407-81	...	TM407-100	...	TM407-119	TM407-120
P408	TM408-80	TM408-81	...	TM408-100	...	TM408-119	TM408-120
P409	TM409-80	TM409-81	...	TM409-100	...	TM409-119	TM409-120
P410	TM410-80	TM410-81	...	TM410-100	...	TM410-119	TM410-120
...
P1070	TM1070-80	TM1070-81	...	TM1070-100	...	TM1070-119	TM1070-120
P1071	TM1071-80	TM1071-81	...	TM1071-100	...	TM1071-119	TM1071-120
P1072	TM1072-80	TM1072-81	...	TM1072-100	...	TM1072-119	TM1072-120
P1073	TM1073-80	TM1073-81	...	TM1073-100	...	TM1073-119	TM1073-120
P1074	TM1074-80	TM1074-81	...	TM1074-100	...	TM1074-119	TM1074-120
P1075	TM1075-80	TM1075-81	...	TM1075-100	...	TM1075-119	TM1075-120
P1076	TM1076-80	TM1076-81	...	TM1076-100	...	TM1076-119	TM1076-120
P1077	TM1077-80	TM1077-81	...	TM1077-100	...	TM1077-119	TM1077-120
P1078	TM1078-80	TM1078-81	...	TM1078-100	...	TM1078-119	TM1078-120
P1079	TM1079-80	TM1079-81	...	TM1079-100	...	TM1079-119	TM1079-120
P1080	TM1080-80	TM1080-81	...	TM1080-100	...	TM1080-119	TM1080-120

Fig. 8

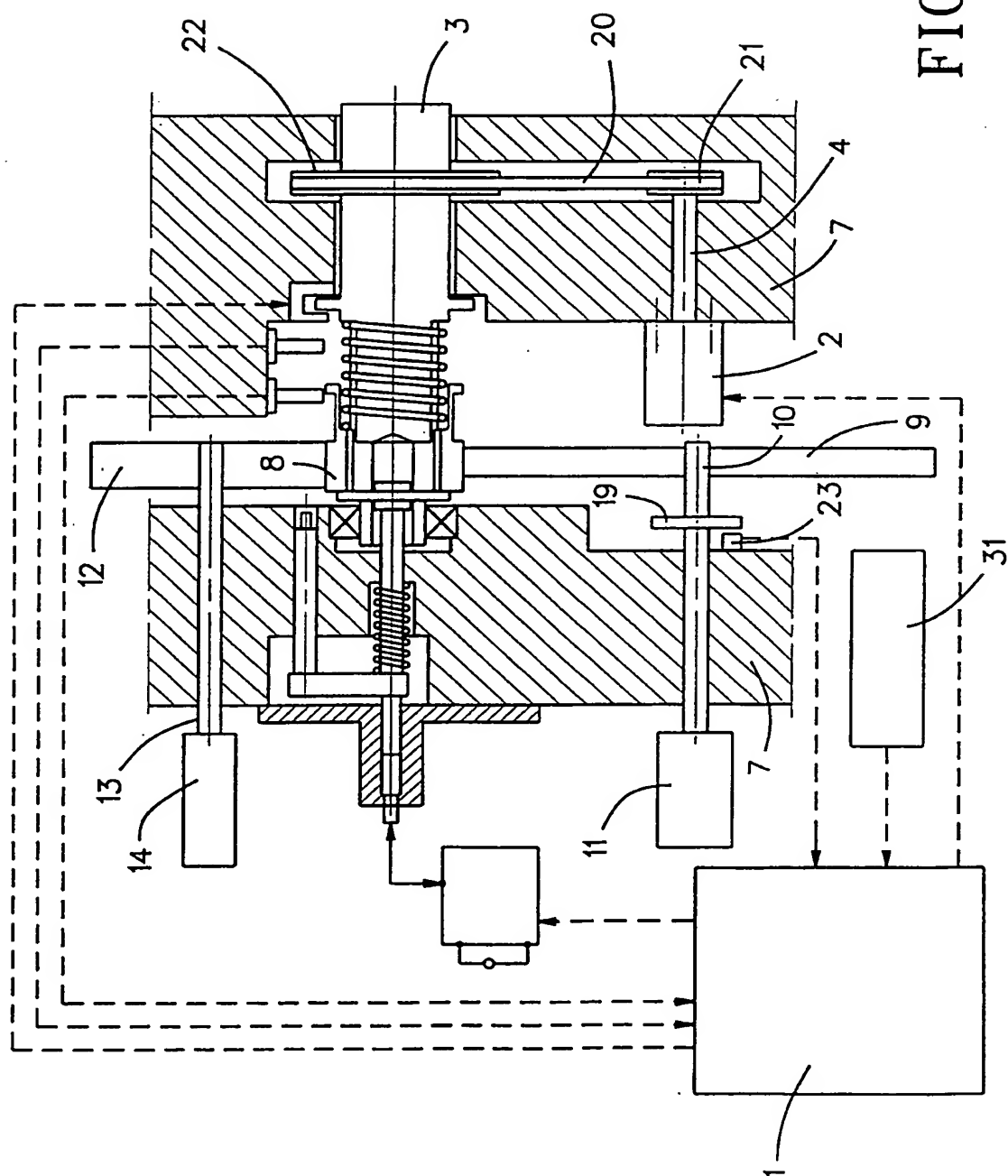
P	TS	WW	TSxWW	TM-80% ^x WW	TM-120% ^x WW
P1	TS1	WW1	TS1xWW1	TM1-80xWW1	TM1-120xWW1
P2	TS2	WW2	TS2xWW2	TM2-80xWW2	TM2-120xWW2
P3	TS3	WW3	TS3xWW3	TM3-80xWW3	TM3-120xWW3
P4	TS4	WW4	TS4xWW4	TM4-80xWW4	TM4-120xWW4
P5	TS5	WW5	TS5xWW5	TM5-80xWW5	TM5-120xWW5
P6	TS6	WW6	TS6xWW6	TM6-80xWW6	TM6-120xWW6
...
P400	TS400	WW400	TS400xWW400	TM400-80xWW400	TM400-120xWW400
P401	TS401	WW401	TS401xWW401	TM401-80xWW401	TM401-120xWW401
P402	TS402	WW402	TS402xWW402	TM402-80xWW402	TM402-120xWW402
P403	TS403	WW403	TS403xWW403	TM403-80xWW403	TM403-120xWW403
P404	TS404	WW404	TS404xWW404	TM404-80xWW404	TM404-120xWW404
P405	TS405	WW405	TS405xWW405	TM405-80xWW405	TM405-120xWW405
P406	TS406	WW406	TS406xWW406	TM406-80xWW406	TM406-120xWW406
...
P1070	TS1070	WW1070	TS1070xWW1070	TM1070-80xWW1070	TM1070-120xWW1070
P1071	TS1071	WW1071	TS1071xWW1071	TM1071-80xWW1071	TM1071-120xWW1071
P1072	TS1072	WW1072	TS1072xWW1072	TM1072-80xWW1072	TM1072-120xWW1072
P1073	TS1073	WW1073	TS1073xWW1073	TM1073-80xWW1073	TM1073-120xWW1073
P1074	TS1074	WW1074	TS1074xWW1074	TM1074-80xWW1074	TM1074-120xWW1074
P1075	TS1075	WW1075	TS1075xWW1075	TM1075-80xWW1075	TM1075-120xWW1075
P1076	TS1076	WW1076	TS1076xWW1076	TM1076-80xWW1076	TM1076-120xWW1076
P1077	TS1077	WW1077	TS1077xWW1077	TM1077-80xWW1077	TM1077-120xWW1077
P1078	TS1078	WW1078	TS1078xWW1078	TM1078-80xWW1078	TM1078-120xWW1078
P1079	TS1079	WW1079	TS1079xWW1079	TM1079-80xWW1079	TM1079-120xWW1079
P1080	TS1080	WW1080	TS1080xWW1080	TM1080-80xWW1080	TM1080-120xWW1080
			TOTAL	TOTAL 80%	TOTAL 120%

7/8

Fig. 9

P	WW	WR
P1	WW1	
P2	WW2	
P3	WW3	
P4	WW4	
P5	WW5	
P6	WW6	
...	...	
P120	WW120	WR120
P121	WW121	WR121
P122	WW122	WR122
P123	WW123	WR123
P124	WW124	WR124
P125	WW125	WR125
P126	WW126	WR126
...
P196	WW196	WR196
P197	WW197	WR197
P198	WW198	WR198
P199	WW199	WR199
P200	WW200	WR200
...
P480	WW480	WR480
P481	WW481	WR481
P482	WW482	WR482
P483	WW483	WR483
P484	WW484	WR484
P485	WW485	WR485
P486	WW486	WR486
...
P556	WW556	WR556
P557	WW557	WR557
P558	WW558	WR558
P559	WW559	WR559
P560	WW560	WR560
...
P1074	WW1074	
P1075	WW1075	
P1076	WW1076	
P1077	WW1077	
P1078	WW1078	
P1079	WW1079	
P1080	WW1080	

FIG. 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 98/07511

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 G05B19/416 H02P7/00 H02P1/16 H02P3/06 D03D51/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G05B H02P D03D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 755 123 A (OTAKE HIROMASA) 5 July 1988 see column 3, line 11 - column 4, line 9 ---	1-3
P, X	US 5 755 267 A (BERKTOLD KLAUS ET AL) 26 May 1998	1, 11, 17
P, Y	see the whole document ---	2, 12, 14, 18
Y	US 5 545 964 A (STEPHENSON JOHN M ET AL) 13 August 1996 see column 4, line 34 - line 63 ---	2, 12, 14, 18
A	EP 0 802 270 A (SWITCHED RELUCTANCE DRIVES LTD) 22 October 1997 see abstract ---	18
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents :		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
9 April 1999	16/04/1999	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Wansing, A	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr. Application No

PCT/EP 98/07511

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 836 833 A (HARRIS J ET AL) 17 September 1974 see column 2, line 3 - line 46 ----	6-10, 15, 16
A	US 4 868 477 A (ANDERSON FRANK J ET AL) 19 September 1989 see column 4, line 32 - line 50; figure 5 ----	
A	WO 86 03075 A (ZYCRON SYSTEMS INC) 22 May 1986 see abstract ----	
A	US 4 364 002 A (SUZUKI HAJIME ET AL) 14 December 1982 see claim 1 ----	
A	EP 0 198 248 A (MUELLER ARNOLD GMBH CO KG) 22 October 1986 see claims 1-5 -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern: at Application No

PCT/EP 98/07511

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4755123 A	05-07-1988	JP 61220817 A EP 0217963 A WO 8605740 A	01-10-1986 15-04-1987 09-10-1986
US 5755267 A	26-05-1998	EP 0799920 A JP 9273048 A	08-10-1997 21-10-1997
US 5545964 A	13-08-1996	US 5469039 A AT 133302 T DE 69207694 D EP 0534761 A US 5563488 A	21-11-1995 15-02-1996 29-02-1996 31-03-1993 08-10-1996
EP 0802270 A	22-10-1997	US 5857496 A	12-01-1999
US 3836833 A	17-09-1974	NONE	
US 4868477 A	19-09-1989	NONE	
WO 8603075 A	22-05-1986	AU 5095385 A EP 0203145 A JP 62501953 T US 4843297 A	03-06-1986 03-12-1986 30-07-1987 27-06-1989
US 4364002 A	14-12-1982	JP 55093849 A JP 62029538 B CH 644647 A CS 225818 B DE 2952628 A FR 2445401 A GB 2040075 A, B NL 7909367 A	16-07-1980 26-06-1987 15-08-1984 13-02-1984 03-07-1980 25-07-1980 20-08-1980 02-07-1980
EP 0198248 A	22-10-1986	DE 3513775 A AT 67350 T	23-10-1986 15-09-1991

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/07511

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
IPK 6	G05B19/416	H02P7/00 H02P1/16 H02P3/06 D03D51/00
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
IPK 6 G05B H02P D03D		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 755 123 A (OTAKE HIROMASA) 5. Juli 1988 siehe Spalte 3, Zeile 11 - Spalte 4, Zeile 9 ---	1-3
P,X	US 5 755 267 A (BERKTOLD KLAUS ET AL) 26. Mai 1998 ---	1,11,17
P,Y	siehe das ganze Dokument ---	2,12,14, 18
Y	US 5 545 964 A (STEPHENSON JOHN M ET AL) 13. August 1996 siehe Spalte 4, Zeile 34 - Zeile 63 ---	2,12,14, 18
A	EP 0 802 270 A (SWITCHED RELUCTANCE DRIVES LTD) 22. Oktober 1997 siehe Zusammenfassung ---	18
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche		Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts
9. April 1999		16/04/1999
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 551 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Beiensteter Wansing, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/07511

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 836 833 A (HARRIS J ET AL) 17. September 1974 siehe Spalte 2, Zeile 3 - Zeile 46 ----	6-10, 15, 16
A	US 4 868 477 A (ANDERSON FRANK J ET AL) 19. September 1989 siehe Spalte 4, Zeile 32 - Zeile 50; Abbildung 5 ----	
A	WO 86 03075 A (ZYCRON SYSTEMS INC) 22. Mai 1986 siehe Zusammenfassung ----	
A	US 4 364 002 A (SUZUKI HAJIME ET AL) 14. Dezember 1982 siehe Anspruch 1 ----	
A	EP 0 198 248 A (MUELLER ARNOLD GMBH CO KG) 22. Oktober 1986 siehe Ansprüche 1-5 -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/07511

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4755123 A	05-07-1988	JP 61220817 A EP 0217963 A WO 8605740 A	01-10-1986 15-04-1987 09-10-1986
US 5755267 A	26-05-1998	EP 0799920 A JP 9273048 A	08-10-1997 21-10-1997
US 5545964 A	13-08-1996	US 5469039 A AT 133302 T DE 69207694 D EP 0534761 A US 5563488 A	21-11-1995 15-02-1996 29-02-1996 31-03-1993 08-10-1996
EP 0802270 A	22-10-1997	US 5857496 A	12-01-1999
US 3836833 A	17-09-1974	KEINE	
US 4868477 A	19-09-1989	KEINE	
WO 8603075 A	22-05-1986	AU 5095385 A EP 0203145 A JP 62501953 T US 4843297 A	03-06-1986 03-12-1986 30-07-1987 27-06-1989
US 4364002 A	14-12-1982	JP 55093849 A JP 62029538 B CH 644647 A CS 225818 B DE 2952628 A FR 2445401 A GB 2040075 A,B NL 7909367 A	16-07-1980 26-06-1987 15-08-1984 13-02-1984 03-07-1980 25-07-1980 20-08-1980 02-07-1980
EP 0198248 A	22-10-1986	DE 3513775 A AT 67350 T	23-10-1986 15-09-1991